INSTITUUT VOOR PLANTENZIEKTENKUNDIG ONDERZOEK
WAGENINGEN, NEDERLAND
DIRECTEUR: Dr. J. G. TEN HOUTEN

MEDEDELING No 182

VIRUSZIEKTEN VAN VLINDERBLOEMIGEN
(VIRUS DISEASES OF LEGUMINOUS PLANTS)

DOOR

L. BOS EN J. P. H. VAN DER WANT

OVERDRUK UIT:
LANDBOUWVOORLICHTING, 15: 550–558 EN 573–587, 1958

NSP
RAM
MM

MYCOLOGICAL
10 MAR 1959

INSTITUUT VOOR PLANTENZIEKTENKUNDIG ONDERZOEK (I.P.O.)

Office and main laboratory: Binnenhaven 4a, tel. 2151, 2152 en 3641 Wageningen, The Netherlands.

Staff:

Director:	Dr. J. G. TEN HOUTEN.
Head of the Entomological Dept.:	Dr. H. J. DE FLUITER, Wageningen.
Deputy head of the Mycological Dept.:	Ir. A. M. VAN DOORN, Wageningen.
Head of the Nematological Dept.:	Dr. Ir. J. W. SEINHORST, Wageningen.
Head of the Plant Disease Resistance Dept.:	Dr. J. C. s'JACOB, Wageningen.
Head of the Virological Dept.:	Miss Dra. F. QUAK, Wageningen.
Deputy head of the Dept. for economic use of pesticides and aerial spraying in agriculture:	Miss M. C. KERSSEN, Wageningen.

Research workers at the Wageningen Laboratory:

Ir. A. B. R. BEEMSTER, Virologist
Ir. J. A. DE BOKX, Virologist
Dr. Ir. L. BOS, Virologist
Ir. A. M. VAN DOORN, Phytopathologist
Dr. H. H. EVENHUIS, Entomologist
Dr. H. J. DE FLUITER, Entomologist
Dr. C. J. H. FRANSSEN, Entomologist
Dr. J. GROSJEAN, Phytopathologist
Ir. N. HUBBELING, Phytopathologist and plantbreeder
Dr. J. C. s'JACOB, Phytopathologist and plantbreeder
Miss Dr. C. H. KLINKENBERG, Nematologist
Ir. R. E. LABRUYÈRE, Phytopathologist
Drs. H. P. MAAS GEESTERANUS, Phytopathologist
Dr. J. C. MOOI, Phytopathologist
Ir. H. DEN OUDEN, Nematologist
Miss Dra. H. J. PFAELTZER, Virologist
Miss Dra. F. QUAK, Virologist
Dr. Ir. J. W. SEINHORST, Nematologist
IR. J. VAN DER SPEK, Phytopathologist
Ir. F. H. F. G. SPIERINGS, Plantphysiologist
Dr. F. TJALLINGII, Phytopathologist
Dr. J. H. VENEKAMP, Biochemist
Drs. J. C. ZADOKS, Phytopathologist

Research workers elsewhere:

Ir. H. A. VAN HOOF, Phytopathologist; Drs. L. E. VAN 'T SANT, Entomologist — detached to „Proefstation voor de Groenteteelt in de volle grond", Alkmaar, tel. K 2200-4568.

Drs. D. J. DE JONG, Entomologist; Ir. G. S. ROOSJE, Phytopathologist — detached to „Proefstation voor de Fruitteelt in de volle grond", Wilhelminadorp, Goes, tel. K 1100-2261

Ir. T. W. LEFERING, Phytopathologist/Virologist, detached to „Proeftuin Noord Limburg" Venlo, tel. K 4700-2503.

Drs. G. SCHOLTEN, Phytopathologist, detached to „Proefstation voor de bloemisterij in Nederland", Aalsmeer, tel. K 2977-688.

Ir. G. P. TERMOHLEN, Phytopathologist, detached to „Proeftuin voor de Groente- en Fruitteelt onder glas", Naaldwijk, tel. K 1740-4545.

Guest workers:

Dr. P. A. VAN DER LAAN, Entomologist, „Laboratorium voor toegepaste Entomologie der Gemeente Universiteit," Amsterdam, tel. K 2900-56282.

Dr. Ir. G. S. VAN MARLE, Entomologist, Diepenveenseweg 226, Deventer. tel. K 6700-3617.

Ir. G. W. ANKERSMIT, Entomologist, „Laboratorium voor Entomologie", Agricultural University, Wageningen, tel. K 8370-2438.

Dr. Ir. J. B. M. VAN DINTHER, Entomologist, „Laboratorium voor Entomologie", Agricultural University, Wageningen, tel. K 8370-2438.

Aphidological Adviser:

Mr. D. HILLE RIS LAMBERS, Entomologist, T.N.O., Bennekom, tel. K 8379-458.

VIRUSZIEKTEN VAN VLINDERBLOEMIGEN

With a Summary:

Virus diseases of leguminous plants

Dr. ir. L. BOS

en

Dr. ir. J. P. H. VAN DER WANT

Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Wageningen

OVERDRUK UIT

LANDBOUWVOORLICHTING 15 (1958) 10 (OKT.) 550–558 en 15 (1958) 11 (NOV.) 573–587

VIRUSZIEKTEN VAN VLINDERBLOEMIGEN

Dr. ir. L. BOS en Dr. ir. J. P. H. VAN DER WANT

Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Wageningen

Inleiding

In ons land en daarbuiten vormen de vlinderbloemigen, zowel economisch als kwalitatief landbouwkundig een belangrijke groep van gewassen. Ze zijn merendeels weinig oogstzeker, mede als gevolg van vele ziekten en plagen. Daardoor is de bestrijding daarvan een belangrijk onderdeel van het complex van teeltmaatregelen.

Onder de verwekkers der ziekten zijn *virussen* van grote betekenis. Over de mate waarin ze in ons land schade veroorzaken zijn tot dusver weinig gegevens bekend. Dit is een gevolg van het feit, dat nog betrekkelijk weinig aandacht aan deze ziekten is besteed. Teneinde in deze leemte te voorzien worden thans onderzoekingen verricht door het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek te Wageningen.

In het op de praktijk gerichte onderzoek moet de allesbeheersende vraag zijn, hoe de virusziekten kunnen worden bestreden of voorkomen kunnen worden. De beantwoording van deze vraag is echter niet eenvoudig.

In deze bijdrage zal een indruk worden gegeven van het onderzoek en van de huidige stand onzer kennis inzake de virusziekten van vlinderbloemige gewassen.

Betekenis van de vlinderbloemige gewassen

De vlinderbloemigen zijn van grote betekenis als *hoofdgewas* in de akkerbouw (in 1956 in totaal bijna 56000 ha, waarvan erwten 39700 ha, luzerne 6200 ha, stambonen 4300 ha, rode klaver 4000 ha, veldbonen 1400 ha en voederlupine ruim 300 ha), als *stoppelgewas*, als *tuinbouwgewas* en in de vorm van klaversoorten als waardevol *bestanddeel van de graslanden* die meer dan de helft (1,3 miljoen ha) van onze cultuurgrond beslaan.

Hun waarde is groot, zowel voor de menselijke als voor de dierlijke voeding, daar zij eiwitrijke produkten leveren. Tevens hebben zij een belangrijke landbouwkundige betekenis, dank zij het feit dat zij met de wortelknolletjes vrije luchtstikstof kunnen binden. Mede hierdoor zijn zij van belang voor de vruchtwisseling (structuurverbetering, groenbemesting enz.).

Virusziekten van vlinderbloemigen en hun epidemiologie

Virusziekten zijn meestal moeilijk te herkennen aan de hand van de ziekteverschijnselen, daar de symptomen doorgaans afhankelijk zijn van de erfelijke aanleg van de aangetaste plantesoort of zelfs van het ras. Bovendien beïnvloeden de omstandigheden dikwijls de aard van het ziektebeeld in belangrijke mate. De symptomen kunnen dus voor één en hetzelfde virus sterk uiteenlopen. Ook komt het herhaaldelijk voor, dat een ziekte het gevolg is van een gelijktijdige aantasting door meer dan één virus. Verder kunnen verschillende virussen in een bepaalde plantesoort soms overeenkom-

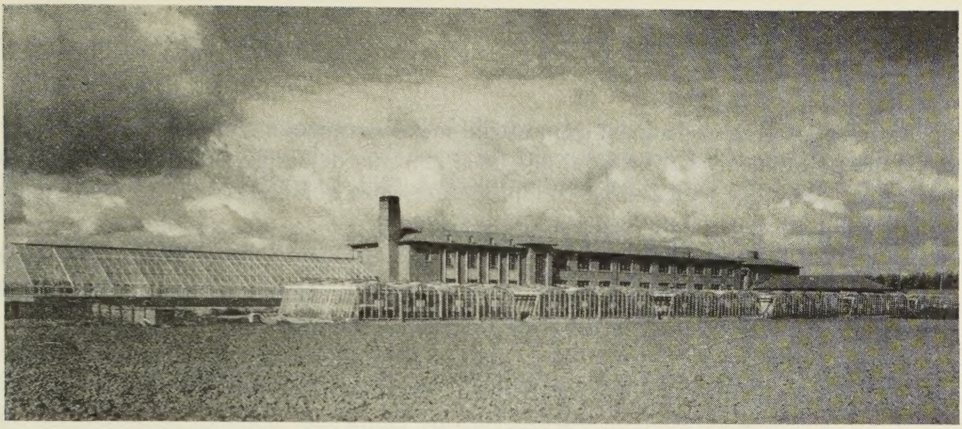


FIG. 1. Door het INSTITUUT VOOR PLANTENZIEKTENKUNDIG ONDERZOEK worden thans onderzoekingen verricht over virusziekten van vlinderbloemigen. Links, luisdichte viruskas voor het werk met proefplanten. – *The Institute for Phytopathological Research, Wageningen. Left, insect-proof glasshouse for virus research.*

stige afwijkingen doen ontstaan. Ten slotte vertonen de verschijnselen soms een opvallende gelijkenis met storingen van zuiver fysiologische aard. Het is dus duidelijk dat het stellen van een juiste diagnose aan de hand van de symptomen in de zieke plant in vele gevallen moeilijk, zo niet onmogelijk is.

In de praktijk worden vele door virussen veroorzaakte oogstdepressies niet als zodanig herkend, maar toegeschreven aan andere oorzaken. Zo stond de vooral in het zuidwesten van het land bij erwten veel schade veroorzakende topvergeling tot voor kort bekend als voetziekte, veroorzaakt door de schimmel *Fusarium solani.* Thans weet men, dat het hier om een virusziekte gaat. Sommige virussen, zoals dat van het gewone erwtemozaïek, veroorzaken slechts een meestal geringe oogstdepressie. Andere virusziekten daarentegen, zoals de zojuist genoemde topvergeling, gaan doorgaans gepaard met een zeer geringe oogst. Weer andere, zoals topsterfte van bepaalde bonerassen en de nog maar sinds kort bekend geworden vroege verbruining van de erwt, zijn echter gekarakteriseerd door een radicale verdorring en/of afsterving van de aangetaste planten. Deze laatste ziekte werd op Texel dan ook reeds aanleiding tot het omploegen van gehele percelen met erwten.

Van de klavers, zoals rode en witte klaver en luzerne, is weinig bekend wat betreft de door virussen veroorzaakte schade. Vaak is deze slechts gering, althans weinig zichtbaar. Dit is voornamelijk een gevolg van het feit, dat vele gangbare klaver- en luzernerassen landrassen en bovendien overwegend kruisbestuivers zijn. Hierdoor bestaan ze uit verschillende genotypen, die ook verschillen ten aanzien van hun gevoeligheid voor virusziekten. In de loop der tijden heeft waarschijnlijk een natuurlijke selectie op resistentie tegen de algemeen verspreide virussen plaats gehad. Na kunstmatige infectie in de kas heeft de reactie van b.v. rode en witte klaver dan ook zelden een dodelijke afloop. De ziektesymptomen zijn daar vaak zelfs geheel of gedeeltelijk gemaskeerd, waarbij de planten weelderig verder kunnen groeien. In veldproeven, waarbij rode en witte klaverplanten, of klonen daarvan, individueel werden beoordeeld, werden echter herhaaldelijk ernstige „degeneratie"-verschijnselen ten gevolge van virus-aantasting waargenomen. Een dergelijke fatale invloed is in een heterogeen klavergewas meestal moeilijk waarneembaar, omdat de verzwakte exemplaren spoedig

het onderspit delven in de concurrentiestrijd met soortgenoten en daardoor niet meer de aandacht trekken. Hetzelfde zal het geval zijn met de aangetaste klaverplanten in weilanden. Mogelijk spelen virusziekten op deze wijze ook een rol bij het verdwijnen van de witte klaver uit vele Nederlandse graslanden.

Uit dit alles blijkt enerzijds, dat de tot dusver geringe kennis omtrent de virusziekten van vlinderbloemigen verklaarbaar is, doch anderzijds dat de virussen in deze groep van gewassen van meer betekenis zijn dan meestal vermoed wordt.

Met het oog op de grote besmettelijkheid van de meeste virusziekten is de studie van de verspreiding, de *epidemiologie*, en de rol die o.a. insekten daarbij spelen zeer belangrijk. Virussen zijn bovendien meestal weinig kieskeurig in de keuze van hun waardplanten. Zo zijn ook de hier te bespreken virussen meestal niet beperkt tot één gewas, zoals erwten of bonen. Wel vertoont een groot aantal van de voor vlinderbloemigen van belang zijnde virussen een beperking in aantastingsvermogen tot vlinderbloemige plantesoorten. Daardoor is het mogelijk te spreken van *virussen van vlinderbloemigen.*

Nu kunnen we deze virusziekten niet per gewas afzonderlijk bestuderen. De aantasting van een cultuurgewas door een bepaald virus hangt namelijk meestal samen met het optreden van ditzelfde virus in een ander gewas of in plantesoorten, welke in het wild voorkomen. Dat dit in de epidemiologie van deze ziekten een zeer belangrijke rol speelt moge uit het volgende blijken.

Onder de vlinderbloemigen bevinden zich overjarige soorten, zoals rode klaver en luzerne, welke als hoofdgewas worden verbouwd. De klavers vormen verder een belangrijk bestanddeel van weilanden of komen voor langs wegen en dijken. Zoals reeds werd vermeld zijn vele planten van deze overjarige vlinderbloemigen, hoewel besmet, weinig of niet gevoelig voor de ziekte. Een belangrijk gevolg hiervan is, dat dergelijke meerjarige planten, al of niet met symptomen, overwinteren en het volgend voorjaar als besmettingsbron gaan fungeren voor de in de omgeving groeiende éénjarige gewassen, zoals erwten en bonen. Daarbij komt nog, dat op vele meerjarige vlinderbloemigen tevens de bladluizen overwinteren. Indien ze het volgende voorjaar migreren naar de éénjarige gewassen, kunnen ze daarheen virussen meenemen en vervolgens in die gewassen verspreiden.

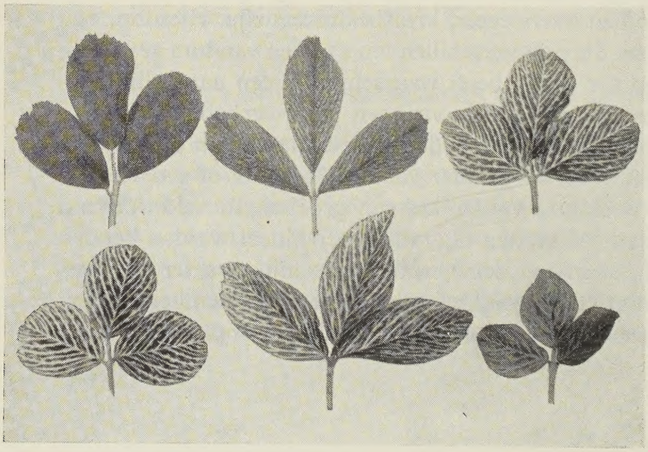


FIG. 2. VERSCHIJNSELEN WELKE VOORAL IN HET VOORJAAR IN LUZERNE KUNNEN WORDEN VEROORZAAKT DOOR HET IN DIT GEWAS OVERWINTERENDE TOPVERGELINGSVIRUS VAN ERWTEN. De verschijnselen verdwijnen gedurende de zomer, meestal tijdelijk, grotendeels.

Alfalfa leaves showing symptoms due to infection with tip yellows virus of pea. During summer symptoms generally disappear temporarily.

Eén van de belangrijkste overbrengers van virussen bij vlinderbloemigen is de erwtebladluis (*Acyrthosiphon pisum* HARRIS). Deze leeft op talrijke kruidachtige vlinderbloemige planten en overwintert als ei op enige overjarige soorten. Massale overwintering blijkt vooral plaats te vinden op luzerne.

Een droog warm voorjaar heeft in het algemeen een vroeg en op grote schaal optreden van bladluizen ten gevolge. Hiermee kan tevens een sterke aantasting door en verspreiding van virusziekten samengaan.

De betekenis van klavers als besmettingsbron voor erwten en andere éénjarige vlinderbloemigen is b.v. duidelijk gebleken uit het uitvoerige onderzoek van HANSON en HAGEDORN (1952) in de Amerikaanse staat Wisconsin. Zij vonden in rode klaver een zestal verschillende virussen. Een ander voorbeeld levert de reeds genoemde topvergeling van erwten, die voornamelijk optreedt in gebieden waar veel luzerne wordt geteeld.

Uit dit alles blijkt nu duidelijk, dat de problemen rondom de virusziekten van vlinder- bloemige gewassen niet per gewas afzonderlijk kunnen worden bestudeerd. Eén bepaald virus kan verschillende gewassen en zelfs onkruiden aantasten. Voor een goed begrip van de ziekte in het landbouwgewas is het noodzakelijk tevens te weten welke onkruiden worden aangetast en hoe het virus zich in deze waardplanten gedraagt.

Een andere nog te vermelden factor in de epidemiologie van deze ziekten is de overdracht van virus op de nakomelingschap via het zaad. In het algemeen vindt dit slechts bij uitzondering plaats. Toch kan b.v. het virus van rolmozaïek bij stambonen (*Phaseolus virus* 1), vooral wanneer de planten, waarvan het zaaizaad wordt geoogst, reeds vroeg tijdens hun ontwikkeling zijn besmet, voor een vrij hoog percentage met het zaad overgaan. Ook het virus van het lupinemozaïek kan met het zaad van gele lupine overgaan. Hiermee wordt in de praktijk door de NAK rekening gehouden, door van deze gewassen geen zaaizaad goed te keuren wanneer vóór een bepaald tijdstip aantasting door genoemde virussen optreedt. Of andere virussen misschien bij bepaalde plantesoorten toch met zaad overgaan, hoewel dit in het algemeen niet het geval is, is nog onvoldoende bekend. Reeds een zeer gering aantal uit besmet zaad opgegroeide zieke planten kunnen vroeg in het seizoen ernstige besmettingsbronnen voor het gehele gewas worden.

Ook kunnen enkele virussen op één of andere, nog onbekende wijze overwinteren in de grond en van daaruit een volgend gewas besmetten. Voor de vlinderbloemigen geldt dit het stippelstreepvirus van de boon en het vroege-verbruiningsvirus van de erwt. Bij de instandhouding van de besmetting van de grond spelen waarschijnlijk ook andere gewassen en onkruiden een rol. Zo blijkt het tabaksnecrosevirus, de verwekker van stippelstreep, evenals andere via de grond overgaande virussen, voor te komen in de wortels van tal van wilde plantesoorten.

De verschillende virusziekten van vlinderbloemigen zullen in het kort worden besproken. Onderscheid kan worden gemaakt tussen een groep van ziekten, die worden veroorzaakt door virussen, welke vrijwel uitsluitend op vlinderbloemigen voorkomen en een groep van virussen die een veel ruimere waardplantenreeks bezitten. In tabel 1 wordt weergegeven door welke tot dusver reeds in Nederland geconstateerde virussen de belangrijkste vlinderbloemige gewassen onder natuurlijke omstandigheden kunnen worden aangetast, voor zover hierover reeds gegevens beschikbaar zijn.

TABEL 1. Overzicht van de in Nederland voorkomende virussen, waardoor de verschillende vlinderbloemige gewassen in het veld kunnen worden aangetast.

Waardplanten	Virussen uitsluitend bekend van vlinderbloemigen								Virussen ook voorkomend bij niet-vlinderbloemigen				
	„enation"mozaïek van erwten	erwtemozaïek	lupinemozaïek	nerfmozaïek van rode klaver	rolmozaïek van bonen	scherpmozaïek van bonen	topvergeling van erwten	witte-klavermozaïek	heksenbezemziekte	komkommermozaïek	luzernemozaïek	stippelstreep van bonen	vroege verbruining van erwten
Erwten	+	+		+		+	+	+		+	+		+
Bonen		–		–	+	+					+	+	
Pronkbonen . . .		–		–	–	–						–	
Veld- en tuinbonen	+	+			–	+	+						
Rode klaver . . .		+		+				+	+		+		
Witte klaver . . .				+				+	+		+		
Bastaardklaver . .		+		+		+			+	+			
Incarnaatklaver . .	+	+		+		+					+		
Luzerne							+				+		
Gele lupine . . .	+		+			+				+			
Blauwe lupine . .		+				+				+			

+ = voorkomen van het virus, met zekerheid aangetoond door isolatie uit natuurlijk geïnfecteerd monster.

– = onvatbaarheid, door kunstmatige infectieproeven aangetoond.

DOEL EN WERKWIJZE VAN HET ONDERZOEK

Over de virusziekten van vlinderbloemigen is reeds betrekkelijk veel onderzoek verricht, vooral in Amerika (b.v. in erwten door HAGEDORN en medewerkers zie o.a. HAGEDORN & WALKER, 1954) en in Duitsland (QUANTZ, 1952, 1955). In Nederland is veel aandacht geschonken aan virusziekten van de boon (VAN DER WANT, 1954; HUBBELING, 1955).

Toch is nog veel niet bekend. Zo rijzen een aantal belangrijke vragen.

1. Welke virusziekten komen in ons land voor? Vele vermoedelijk door virussen veroorzaakte verschijnselen zijn nog weinig bestudeerd.
2. In welke mate komen de virusziekten voor en zijn ze van economische betekenis?
3. Welke virussen zijn voor de ziekten verantwoordelijk? Van bepaalde gewassen zal een aantal reeds in eigen land of elders bekend zijn. Hierbij kan uiteindelijk tevens blijken wat de samenhang is tussen ziekten in verschillende gewassen.
4. Wat zijn de eigenschappen van de desbetreffende virussen? Het gaat hierbij om de vraag hoe ze, behalve op grond van de verschijnselen welke ze veroorzaken, op andere wijzen te herkennen zijn.

Bij het door ons ter beantwoording van deze vragen opgezette onderzoek beogen we allereerst te komen tot een zo ruim mogelijke inventarisatie van de in Nederland optredende virusziekten van vlinderbloemigen. De verschijnselen in te velde verzamelde monsters zullen veelal niet een voldoend betrouwbare basis leveren ter identificatie van de verwekkers, te meer daar deze vaak nog onbekend zijn. Meestal dienen de virussen in kas en laboratorium te worden geïsoleerd, om nader onderzoek mogelijk te maken. Het werk met proefplanten vindt plaats in een speciale luisdichte viruskas (fig. 1) teneinde ongewenste neveninfecties te voorkomen.

Het onderzoek in kas en laboratorium kan ons vele gegevens omtrent de geïsoleerde virussen verschaffen:

1. Door middel van kunstmatige infectie wordt nagegaan welke plantesoorten als waardplant kunnen fungeren en hoe de symptomen daarin zijn. De waardplantenreeks is veelal karakteristiek. Bepaalde soorten blijken daarbij vaak op zeer speciale wijze te reageren. Voor een snelle herkenning van het virus kunnen dergelijke planten als toetsplant waardevol zijn.
2. De wijze van overdracht van de virussen loopt uiteen en kan o.a. plaatsvinden door onderling contact van de planten, door bepaalde insekten, via de grond of met het zaad. Ook om een inzicht te verkrijgen in de verspreiding te velde en een eventuele mogelijkheid van bestrijding is het van groot belang hierover te zijn ingelicht.
3. Met behulp van een elektronenmicroscoop kunnen in het sap van zieke planten onder zeer sterke vergrotingen vorm en afmetingen van een aantal virussen worden bestudeerd (fig. 3 en 4).
4. Door inspuiting van konijnen met virushoudend sap kan van vele virussen een antiserum worden bereid, dat een in het laboratorium waarneembare reactie vertoont uitsluitend met het virus waartegen het is bereid.
5. Ten slotte kunnen die virussen, welke isolatie uit de plant verdragen, op hun schei- en natuurkundige eigenschappen worden bestudeerd.

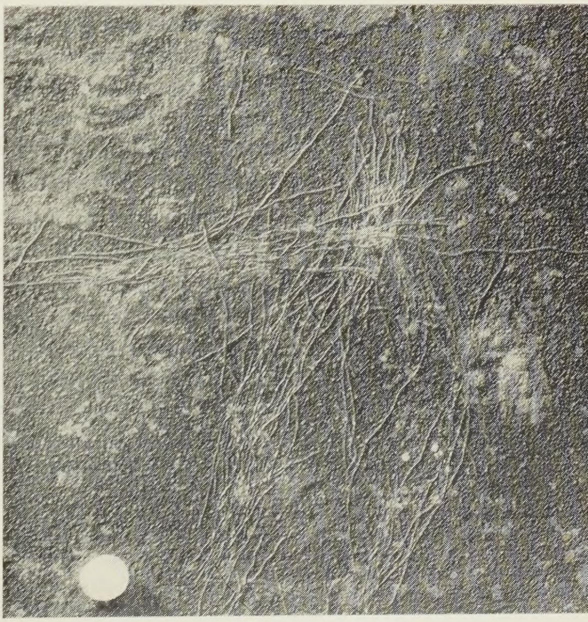


FIG. 3. ELEKTRONENMICROSCOPISCHE FOTO van het erwtemozaïekvirus (16000 × vergroot).

Electron micrograph of the pea mosaic virus (× 16,000)

(Foto Landbouw Fysisch-Technische Dienst, Wageningen).

Het zou te ver voeren hier op al deze punten dieper in te gaan. Wel zal duidelijk zijn dat we op deze wijze uiteindelijk de afzonderlijk verkregen virussen en hun gedrag in de plant kunnen karakteriseren en hun eigenschappen kunnen omschrijven. Zodoende zal het onderscheid tussen de virussen onderling worden vergemakkelijkt en hopen we een snelle herkenning van de diverse virusziekten mogelijk te maken.

Van groot belang bij dit onderzoek is de samenwerking met buitenlandse onderzoekers. Virussen zijn uiteraard in hun verspreiding niet gebonden aan staatkundige en politieke grenzen; steeds meer virussen blijken een wereldwijde verbreiding te hebben. Het intensieve handelsverkeer draagt in steeds toenemende mate bij tot het verspreiden van oorspronkelijk slechts plaatselijk optredende ziekten. Bovendien worden door steeds intensiever onderzoek virusziekten ontdekt, welke reeds vele jaren aanwezig waren, zij het onbekend en daardoor veelal onopgemerkt.

Ervaringen van onderzoekers, opgedaan met in een bepaald land bestudeerde virusziekten, kunnen van grote betekenis zijn voor andere landen. Zo bleek tijdens een bezoek van HAGEDORN (1958) uit Wisconsin (U.S.A.) het daar bekende nerfmozaïekvirus van rode klaver, dat in Amerika een ernstige ziekte in erwten veroorzaakt, ook hier en in enkele andere West-Europese landen voor te komen.

BESTRIJDING

Het zal genoegzaam bekend zijn, dat het in het algemeen niet mogelijk is planten, welke éénmaal met een virus zijn besmet, te genezen. De virussen bevinden zich in de levende plantecellen en zijn daarin niet met chemische middelen te bereiken, zonder ook de waardplanten zelf nadelig te beïnvloeden. Het is dan ook niet mogelijk de virusziekten, welke hier onderwerp van bespreking vormen, op een directe wijze te bestrijden. Wel is het mogelijk indirect deze ziekten te bestrijden door allerlei voorbehoedende cultuurmaatregelen, waarbij de verspreiding zoveel mogelijk wordt voorkomen. Ook kan dit gebeuren door het gebruik van resistente rassen. Deze maatregelen verschillen uiteraard al naar de virusziekte waarop ze betrekking hebben.

Kennis van de virusziekten en het gedrag van hun verwekkers, vooral ten aanzien van hun verspreiding, is dus onmisbaar voor het vaststellen van de toe te passen maatregelen. Daarom kan eerst nu worden gezocht naar een antwoord op de met de bestrijding samenhangende vraagstukken.

Het zal inmiddels duidelijk zijn, dat dit antwoord niet eenvoudig kan zijn en dat de bestrijdingswijze uiteen zal lopen al naar de virusziekte waarom het gaat.

1. De aantasting van een gewas en de uitbreiding der ziekte daarbinnen kan worden tegengegaan door infectiebronnen zoveel mogelijk uit te schakelen. Binnen het gewas geldt dit het verwijderen van op enigerlei wijze geïnfecteerde planten. Van buiten het gewas kunnen diverse virussen worden aangevoerd uit onkruiden langs wegkanten en dergelijke, of uit bepaalde andere, naburige gewassen. Daarom moeten b.v. bonen bij voorkeur niet worden geteeld in de buurt van gladiolen met het oog op het scherpmozaïekvirus. In gebieden waar veel erwtebladluizen optreden moeten voor topvergeling vatbare erwten liever niet worden verbouwd in de buurt van luzernevelden vanwege het daarin overwinterende topvergelingsvirus (fig. 2).

FIG. 4. ELEKTRONENMICROSCOPISCHE FOTO van het witte-klavermozaïekvirus (ca. 13000 × vergroot)

Electron micrograph of the white clover mosaic virus (ca. × 13,000)

(Foto Landbouw Fysisch-Technische Dienst, Wageningen).

2. Ter voorkoming van de virussen, welke met het zaad overgaan, zoals van rolmozaïek bij de boon en lupinemozaïek bij gele lupine, is het gebruik van virusvrij zaaizaad aan te bevelen. Een moeilijkheid is dat aan de zaden niet te zien is of ze al of niet met virus zijn besmet en dat ook hier weer het virus niet door één of andere behandeling kan worden vernietigd. Bij de veldkeuring van landbouwstambonen en gele lupine voor zaaizaad door de NAK wordt gelet op het voorkomen van mozaïekzieke planten. Dank zij deze maatregel is b.v. het lupinemozaïek in ons land thans minder ernstig dan enkele jaren geleden.

3. Overwinteren virussen in de grond, zoals het stippelstreepvirus van de boon en het vroege-verbruiningsvirus bij erwten, dan is een ruime vruchtwisseling van belang. Overigens kunnen waarschijnlijk andere planten, zoals onkruiden, als waardplant fungeren en bijdragen tot de instandhouding van de besmetting van de grond. Dit dient echter nog nader te worden onderzocht. Vermoedelijk spelen bij het tot stand komen van de infectie van de plant vanuit de grond bepaalde bodemorganismen een rol. Dit is misschien een reden waarom deze ziekten op bepaalde grondsoorten optreden en dan vooral bij slechte structuur.

4. Vele virussen van vlinderbloemigen worden verspreid door insekten. Daarom is in de eerste plaats – zoals reeds onder punt 1 werd besproken – een ruimtelijke isolatie van het gewas van andere gewassen, waarin virus kan overwinteren, van belang. Ook is uiteraard teelt in zo luisvrij mogelijke gebieden aan te bevelen, maar dit gaat meestal niet. Het topvergelingsvirus b.v. doet bij vatbare erwten vooral schade in de warmere landen zoals België en Frankrijk, waar bovendien veel luzerne wordt geteeld.

Verder is het van groot belang de gewassen vroeg te zaaien, opdat de planten zo ver mogelijk ontwikkeld zijn bij de komst van de eerste generaties vliegende bladluizen.

Met het oog op de vereiste hoge kiemtemperatuur van verschillende vlinderbloemigen is vroege zaai echter niet altijd mogelijk.

Ook is in dit verband een goed gesloten stand van het gewas aanbevelenswaard, daar bij een holle stand het aantal bladluizen in het gewas doorgaans veel groter is.

De economische betekenis van een directe luisbestrijding door middel van chemische middelen is nog aanvechtbaar. Bespuiting van het gewas met b.v. een systemisch middel zal niet voorkòmen, dat van elders aanvliegende luizen in het gewas neerstrijken en hier en daar gaan zuigen. Pas na enige tijd, als reeds een aantal planten zijn besmet, zal het insekt deze daad met de dood moeten bekopen. Wel zal daarna de verspreiding binnen het gewas geringer zijn. Belangrijker zou kunnen zijn de insekten te doden voor ze de winterwaardplanten verlaten. Deze bevinden zich echter meestal buiten het bedrijf van de belanghebbende landbouwer, die de bespuiting zou willen toepassen. Bovendien lijdt b.v. de luzerne, waarin het topvergelingsvirus en de erwtebladluis overwinteren, niet zichtbaar onder de aanwezigheid van deze beide. De eigenaar zal daarom zijn gewas vrijwel zeker niet gaan bespuiten ten gerieve van erwtentelende collega's in de buurt.

5. Het meest effectieve en meest toegepaste, voorbehoedende bestrijdingsmiddel tegen virusziekten is ten slotte, maar niet als minst belangrijke, de verbouw van rassen, welke resistent zijn tegen de onderhavige virusziekten. Vaak staan slechts rassen ter beschikking, die weinig gevoelig zijn voor bepaalde virussen, maar er wel door worden besmet. Binnen een gewas komt volledige onvatbaarheid van bepaalde rassen tegen een virusziekte van dat gewas meestal niet voor. Pronkbonen (*Phaseolus coccineus*), die tot een andere botanische soort behoren dan de stam- en stokbonen, zijn onvatbaar voor alle bekende virusziekten van vlinderbloemigen.

De rassenlijst vermeldt telkenjare gegevens omtrent de resistentie der rassen tegen diverse ziekten. Het kiezen van dergelijke resistente rassen is voor de landbouwer meestal een eenvoudige daad. Uiteraard moet hij daarbij soms het voordeel van resistentie tegen ziekten afwegen tegen andere minder gunstige eigenschappen. Na uitzaai hiervan merkt de boer dan vaak weinig of niets meer van de virusziekte en beseft dan ook niet altijd de betekenis van de ziekteresistentie.

Die resistentie is echter in de meeste gevallen niet vanzelf ontstaan. Dank zij langdurig, veel en moeizaam werk door veredelaars en kwekers zijn nieuwe rassen met resistentie-eigenschappen „gemaakt". Dit werk gebeurt doorgaans in samenwerking met of na voorlichting door de Stichting voor Plantenveredeling, voor zover het landbouwgewassen betreft, en de resistentieafdeling van het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek. Bij dit werk nu is kennis van de ziekten en hun verwekkers, in ons geval de virussen, op resistentie waartegen wordt veredeld, onmisbaar. Ook dit is een zeer belangrijk aspect van de betekenis van ons onderzoek over virusziektén van vlinderbloemigen. Ook hiervan trekt de praktijk uiteindelijk profijt, doorgaans zonder dit te beseffen. Het valt buiten het bestek van dit artikel hier nader uit te weiden over de veredeling op resistentie.

Overzicht van de virusziekten van vlinderbloemigen

In het voorgaande is gesproken van een groep van min of meer specifieke virussen van vlinderbloemigen naast een aantal hoofdzakelijk bij andere plantesoorten voorkomende virussen, welke tevens vlinderbloemigen kunnen aantasten. Onze huidige kennis van de door deze twee groepen virussen veroorzaakte ziekten en hun verwekkers worden hieronder in het besproken, alfabetisch gerangschikt naar de ziekten. Hierbij zullen we ons beperken tot die virussen, waarvan we weten dat ze in ons land voorkomen. In de tabel op blz. 554 werd reeds weergegeven welke van deze virussen bij de verschillende vlinderbloemige landbouwgewassen in het veld een rol kunnen spelen, voor zover we dit weten op grond van waarnemingen en door isolatie van de verwekker uit te velde geïnfecteerde planten. Zoals hierna nog zal blijken zijn in de kas doorgaans meer plantesoorten kunstmatig infecteerbaar. Door meer onderzoek zal onze kennis omtrent de natuurlijke waardplantenreeks van deze virussen ongetwijfeld nog toenemen.

A. Ziekten veroorzaakt door virussen, welke vrijwel beperkt zijn tot vlinderbloemigen

1. „Enation"-mozaïek van de erwt (fig. 5) wordt veroorzaakt door het zogenaamde *Pisum virus 1*. De ziekte komt zeer verbreid voor en kan soms plaatselijk een gewas sterk aantasten.

Spoedig na infectie zijn de nerven van de jongste bladeren en steunblaadjes lichter van kleur dan normaal, terwijl deze bladorganen bovendien zwak vergeeld en vaak ongewoon verdikt zijn. De later gevormde bladeren vertonen lichtgroene tot nagenoeg kleurloze, doorzichtige vlekjes, die òf langgerekt zijn en langs de nerven verlopen òf als ronde vlekjes zich daar tussen bevinden. Aan de onderkant van het blad ontstaan om deze vlekjes veelal bladachtige woekeringen, de zg. „enations". De bladeren zijn soms enigszins gekroesd. De peulen zijn vaak misvormd en gebobbeld (zie fig. 5).

Fig. 5. „Enation"-mozaiek bij erwt. Op de peul zijn de uitgroeisels duidelijk zichtbaar.
Enation mosaic of pea

FIG. 6. „ENATION"-MOZAIEK BIJ INCARNAATKLAVER. Onder, bladonderkant met uitgroeisels om de doorzichtige vlekjes

Crimson clover leaves showing symptoms of enation mosaic virus of pea

Het virus kan tevens incarnaatklaver, gele lupine, tuinboon en wikken en een aantal andere vlinderbloemigen aantasten. In al deze soorten zijn de kleine doorzichtige mozaïekvlekjes en de woekeringen aan de bladonderkant karakteristiek (fig. 6). Bij de tuinboon wekken de verschijnselen meer de indruk van een nerfmozaïek. In het zuiden van ons land is incarnaatklaver waarschijnlijk van belang voor de overwintering van het virus.

Geen van de in Nederland geteelde erwterassen is onvatbaar voor de ziekte.

Kunstmatige overdracht van het virus met sap is mogelijk, doch het gaat moeilijk. In het veld wordt het virus verspreid door bladluizen, waaronder de erwtebladluis en de perzikbladluis. Het virus behoort tot het zg. persistente type, d.w.z. dat de insekten pas enige tijd na opneming van virusbevattend sap gezonde planten kunnen besmetten. Ze blijven dan echter gedurende lange tijd, veelal gedurende de rest van hun leven, infectieus en kunnen daardoor veel planten met het virus besmetten.

2. Het gewone erwtemozaïek komt zeer algemeen voor en wordt veroorzaakt door het *Pisum virus 2.*

Het ziektebeeld is variabel en hangt af van leeftijd en ras van de plant, maar ook van de omstandigheden. Enige tijd na infectie vertonen de jongste bladeren een lichter dan normaal gekleurde en daardoor afstekende nervatuur. Later zijn de symptomen gekarakteriseerd door een lichtgele kleur van het blad, waartegen de meestal langs hoofd- en zijnerven gegroepeerde, onregelmatig gevormde, donker-groene vlekken scherp afsteken (fig. 7). Vooral bij late zaai van erwten kan de ziekte schade doen.

Behalve erwten worden ook klaversoorten en andere vlinderbloemigen aangetast, echter met uitzondering van de boon (*Phaseolus vulgaris*). In al deze plantesoorten verwekt het virus een mozaïekpatroon in het blad.

Het virus kan gemakkelijk met sap worden overgebracht. In het veld vindt verspreiding plaats door perzik-, erwte- en andere bladluizen.

Het virus vertoont in eigenschappen veel overeenkomst met het *Phaseolus virus 2*, de verwekker van het scherpmozaïek van de boon. Het onderscheidt zich hiervan voornamelijk door het onvermogen de boon aan te tasten.

FIG. 7. HET GEWONE ERWTEMOZAIEK BIJ ERWT. – *Common pea mosaic*

3. Het lupinemozaïek is vooral in het zuidoosten van ons land maar ook elders sterk verbreid. De oorzaak van de ziekte is nog niet met zekerheid bekend. Mogelijk speelt een apart lupinemozaïekvirus (*Lupinus virus 1*) (MASTENBROEK, 1942) een rol. *Phaseolus virus 2* kan echter volgens onze ervaringen overeenkomstige ziekteverschijnselen veroorzaken. Volgens een recente publikatie is dit laatste virus in het zuidwesten van de Verenigde Staten van Noord-Amerika de oorzaak van een daar voorkomende mozaïekziekte van lupine (CORBETT, 1958).

De ziekte is bij gele lupine gekenmerkt door een spichtige, opgerichte houding van bladstelen en blaadjes. De blaadjes zijn vooral aan de basis smaller dan normaal en lichter groen gekleurd met donkergroene vlekken (fig. 8). Okselknoppen lopen vaak in groter aantal uit, waardoor de planten een bossige habitus krijgen. Zieke planten bloeien langer dan normaal; de bloemen vallen echter af zonder of met geringe vruchtzetting. Bij laat aangetaste planten is de peulvorming slecht.

Behalve gele lupine kunnen na kunstmatige infectie erwten, bonen, tuinbonen en andere vlinderbloemigen worden aangetast, waarbij mozaïekverschijnselen ontstaan.

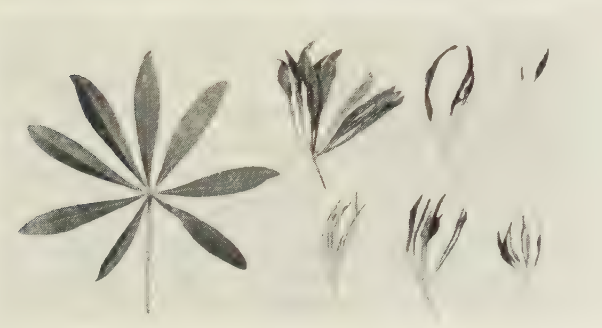


FIG. 8. MOZAIEK BIJ GELE LUPINE. De bladeren zijn misvormd en vertonen mozaïekverschijnselen; links, gezond blad.

Mosaic of yellow lupine; left, healthy leaf

Het virus kan met sap worden overgebracht. De verspreiding in het veld vindt waarschijnlijk hoofdzakelijk plaats door bladluizen.

Bij gele lupine gaat het virus over via het zaad.

Omtrent de juiste oorzaak of oorzaken van deze ziekte bij lupine is nader onderzoek gewenst.

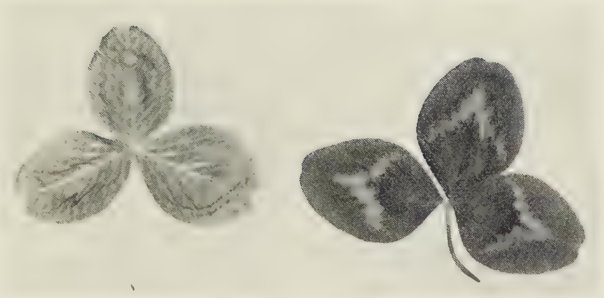
4. Twee in Amerika afzonderlijk beschreven ziekten, het nerfmozaïek van rode klaver en de zg. „gedrongen-topziekte" van erwt („Wisconsin pea stunt") worden door één en hetzelfde virus veroorzaakt. Het virus was sinds kort slechts bekend in de Verenigde Staten van Noord-Amerika. Onlangs werden deze ziekten voor het eerst gerapporteerd in Nederland en enkele andere West-Europese landen (HAGEDORN, 1958). In Wisconsin, het voornaamste teeltgebied van erwten in de Verenigde Staten, is „pea stunt" een belangrijke virusziekte.

Bij erwt bestaan de ziekteverschijnselen uit een sterk achterblijven in groei. Vooral de stengeltoppen zijn gedrongen („gedrongen-topziekte") (fig. 9). Daarbij blijven de bladeren en steunbladeren kleiner dan normaal, ontvouwen zich vaak niet, zijn min of meer gekroesd en vertonen meestal een lichtere kleur en nerfglazigheid. Na kunstmatige infectie kan verwelking optreden. Bij rode klaver is de gele kleur van de nervatuur en een zeer smalle, veelal onregelmatige strook aangrenzend weefsel zeer opval-

FIG. 9. GEDRONGEN-TOPZIEKTE VAN ERWT VEROORZAAKT DOOR HET NERFMOZAIEKVIRUS VAN RODE KLAVER; rechts, gezonde plant.

Pea stunt caused by red clover vein-mosaic virus; right, healthy plant

Fig. 10. Nerfmozaïek van rode klaver; rechts, gezond blad.
Vein mosaic of red clover; right healthy leaf



lend en karakteristiek (fig. 10). Overigens lijden deze planten in de kas vaak weinig onder de aantasting. Tijdens de volle groei kunnen de verschijnselen soms vrijwel geheel gemaskeerd zijn. Wel is uit Amerikaans onderzoek gebleken, dat in bepaalde gevallen virussen, die op het oog de plant weinig schade toebrengen, de weerstand tegen uitwinteren verminderen.

Het virus kan tevens witte en incarnaatklaver, tuinboon en een aantal minder belangrijke vlinderbloemigen, zoals honingklaver en wikke, aantasten en daarin verschijnselen teweegbrengen welke overeenkomen met die in rode klaver. Voor de overwintering van het virus spelen de cultuurklavers en overblijvende vlinderbloemige onkruiden een belangrijke rol. Bonen en luzerne zijn niet vatbaar.

Graves (1953; Graves & Hagedorn, 1956) isoleerde in de belangrijkste erwteteeltgebieden van Wisconsin het virus herhaaldelijk uit rode klaver, bastaardklaver, gele en witte honingklaver, ladino witte klaver en hopperupsklaver. In een bepaald gebied vertoonden gedurende 1952 rode-klavervelden vroeg in het seizoen gemiddeld een aantasting van bijna 12% en laat in het seizoen van ongeveer 22%. Langs de wegkanten was rode klaver voor 18–22% door deze virusziekte aangetast.

Er zijn nog geen aanwijzingen, dat er resistente erwterassen bestaan.

Het virus is gemakkelijk over te brengen met sap. In Amerika bleek de erwtebladluis een belangrijke overbrenger van het virus te zijn.

5. Rolmozaïek komt bij stam- en stokbonen zeer algemeen voor en kan aanzienlijke schade veroorzaken. De ziekte wordt veroorzaakt door het *Phaseolus virus 1.*

De ziekteverschijnselen kunnen sterk uiteenlopen en zijn afhankelijk van de gevoeligheid van de rassen en van de groeiomstandigheden. Het meest karakteristiek is de onregelmatige mozaïektekening van het blad, terwijl tevens het blad is misvormd, waarbij vooral de donkergroene delen langs de hoofdnerf rupsachtig gebobbeld zijn. De bladeren zijn vaak smaller dan normaal en met de randen benedenwaarts ingerold. Dit rolmozaïek-beeld is zeer bekend en vrijwel overal waar te nemen. De lagere, het eerst geïnfecteerde bladeren reageren veelal met een algehele chlorose en doorgaans plaatselijke bruinverkleuring van de nerven. Een aantal zeer gevoelige rassen reageren uitsluitend na besmetting door bladluizen met *steengrauw* (fig. 11). De bladeren krullen dan meer, de hoofdnerven verkleuren plaatselijk roodachtig en het bladmoes wordt geel of oppervlakkig bruin. Deze bladeren maken bij het doorbreken een knappend geluid. Gelijksoortige steengrauw-verschijnselen kunnen ook door *Phaseolus virus 2* worden veroorzaakt. De peulen vertonen soms een lichtgroene, zwak ingezonken

FIG. 11. BEKA-BOON MET STEENGRAUW IN HET BLAD EN AALSTREEP OP DE PEUL TEN GEVOLGE VAN INFECTIE MET HET ROLMOZAIEKVIRUS (naar VAN DER WANT, 1954)
Severe curling of the leaves and symptoms on the pod of French bean, var. Beka, caused by common bean mosaic virus

streep: *aalstreep* (fig. 11). Sommige, in het algemeen niet gevoelige tuinbouwrassen, zijn bij zeer warm weer overgevoelig. Ze reageren dan met zwartbruine verkleuringen van het vaatweefsel: *zwarte-vaatziekte*.

Behalve de boon (*Phaseolus vulgaris*) zijn geen waardplanten van het virus met zekerheid bekend.

Bij de bonerassen bestaan grote verschillen in resistentie en gevoeligheid voor dit virus. Geen der in de rassenlijst voor landbouwgewassen opgenomen rassen zijn onvatbaar. Een aantal in de tuinbouw geteelde stamslabonerassen zijn te velde resistent als gevolg van de bovengenoemde overgevoeligheid. Pronkbonen (*Phaseolus coccineus*) zijn onvatbaar.

Het virus kan kunstmatig met sap worden overgebracht van zieke op gezonde planten. In het veld wordt het door verscheidene bladluissoorten verspreid, maar mogelijk kan er ook besmetting plaatsvinden door onderling contact van planten. Ook kan het virus met het zaad overgaan op de nakomelingschap. Het percentage besmette zaden is daarbij groter naarmate de zaadleverende plant in een vroeger stadium met het virus geïnfecteerd werd. Bij vroege infecties zijn percentages ziek zaad van 33–50 % geconstateerd. Reeds een gering aantal via het zaad geïnfecteerde planten kunnen het volgende seizoen een aanzienlijke besmetting van het gewas veroorzaken.

6. Scherpmozaïek is evenals de voorgaande een zeer algemeen voorkomende ziekte van stam- en stokbonen. Vooral bij late zaai is de schade vaak ernstig. De ziekte wordt veroorzaakt door het *Phaseolus virus 2*.

Ook hier zijn de ziekteverschijnselen variabel. Bij de weinig gevoelige rassen is de ziekte hoofdzakelijk gekenmerkt door een mozaïektekening, waarbij de lichte en donkere delen van het blad scherp zijn begrensd (fig. 12). Bij de matig tot zeer gevoelige

rassen ontwikkelt zich bovendien een roodbruine verkleuring en stugheid van het blad (*steengrauw*) en een verdorren en afsterven van de stengeltoppen, bekend als *topsterfte*.

Naast bonen (*Phaseolus vulgaris*) worden door het virus een groot aantal andere vlinderbloemigen aangetast w.o. gele lupine (zie ook onder lupinemozaïek, blz. 575) en verschillende klaversoorten. Rode klaver wordt vaak genoemd als waardplant van het virus. Het bleek echter tot dusver niet mogelijk de in Nederland geïsoleerde stammen van het virus kunstmatig op rode klaver over te brengen. Bij erwten vertoont het een beeld dat overeenkomt met het door *Pisum virus 2* veroorzaakte erwtemozaïek (zie blz. 574); het beeld is echter meestal zwakker. De ziekte komt dikwijls voor in streken waar gladiolen en fresia's gekweekt worden. De gladiolen blijken meestal met het virus besmet te zijn, waardoor dit gewas een belangrijke besmettingsbron vormt. De gladiolen zelf vertonen slechts zelden een zeer lichte gevlektheid van blad en bloemen. Een andere bron van infectie leveren waarschijnlijk klavers, b.v. langs wegkanten en in weilanden.

Voor zover bekend bestaan er geen onvatbare bonerassen. Wel is er verschil in gevoeligheid. De pronkboon is niet vatbaar.

Het virus kan kunstmatig worden overgebracht met sap van zieke planten. In de natuur vindt verspreiding plaats door bladluizen, hoofdzakelijk de zwarte boneluis en de perzikbladluis. Het virus gaat *niet* over met zaad van bonen.

FIG. 12. BEKA-BOON MET SCHERPMOZAIEK TEN GEVOLGE VAN INFECTIE MET HET SCHERPMOZAIEKVIRUS (naar VAN DER WANT, 1954)
Yellow mosaic in French bean, var. Beka

7. Topvergeling van de erwt komt in Nederland voornamelijk voor in het midden en zuiden des lands. Het heeft bovendien een grote verbreiding in Duitsland, België en Frankrijk. De tuinboon wordt eveneens vaak aangetast. Tot voor kort stond de ziekte bij erwt bekend als „voetziekte", veroorzaakt door de schimmel *Fusarium solani*. Thans weet men dat deze parasiet slechts secundair optreedt en niet de ziekte veroorzaakt (HUBBELING, 1954).

De aangetaste planten zijn sterk in groei geremd en vertonen een lichtgele kleur. vooral in de top van de plant („topvergeling") (fig. 13). De jongste bladeren zijn smal, spichtig en vaak iets gekruld; ze hebben een opgerichte stand. Doorgaans zijn de bladeren stugger en dikker dan normaal door zetmeelophoping in het blad ten gevolge van necrose van de zeefvaten.

Behalve erwten en tuinbonen wordt ook luzerne aangetast. Topvergeling blijkt voornamelijk op te treden in gebieden waar luzerne wordt verbouwd. Hierin overwintert niet alleen het virus, maar ook de erwtebladluis die het virus verspreidt. Er zijn thans aanwijzingen, dat de in luzerne vooral in het voorjaar waarneembare, opvallende, zeer regelmatige gele kleur van de nerven (fig. 2, blz. 552) moet worden toegeschreven aan het topvergelingsvirus. (Het vermoeden, dat ook klavers als infectiebron kunnen fungeren, is nog niet bevestigd).

Tussen de erwterassen bestaan grote verschillen in gevoeligheid. In de rassenlijst zijn een aantal resistente rassen opgenomen.

Het virus gaat niet over met sap. Van de erwtebladluis en de aardappeltopluis is bekend, dat ze het virus verspreiden.

FIG. 13. TOPVERGELING BIJ ERWT (naar HUBBELING, 1954)
Tip yellows of pea

8. Het witte-klavermozaïekvirus is een virus dat reeds een aantal malen in ons land en ook in Amerika en in Duitsland is geïsoleerd uit witte-, rode- en andere klaversoorten en uit erwt. Omtrent het voorkomen van dit virus, het ziektebeeld in de praktijk en de veroorzaakte schade is nog vrijwel niets bekend. Wij kregen de indruk dat dit virus meer voorkomt dan tot dusver werd vermoed en vaak gelijktijdig met andere virussen planten aantast. De mogelijkheid bestaat dat dit virus een rol speelt bij de vele van erwt bekende verwelkingsverschijnselen.

Fig. 14. Mozaiekverschijnselen bij rode klaver veroorzaakt door het witte-klavermozaiek-virus

Mosaic symptoms in red clover caused by white clover mosaic virus

In klavers bestaan de verschijnselen uit een veelal onduidelijk mozaïek in de bladeren; bij rode klaver volgt het min of meer de nerven (fig. 14).

Erwten vertonen na kunstmatige infectie in de kas een groeiremming, verwelking en verdroging van de geïnoculeerde bladeren en daarna herhaaldelijk een geleidelijke algehele verwelking en voortijdige dood. De jonge bladeren zijn vaak diffuus gevlekt.

Phaseolus vulgaris vertoont na kunstmatige infectie een karakteristiek ziektebeeld. Dit begint in de geïnoculeerde primaire bladeren met diffuus chlorotische vlekjes, soms met enige necrose daarin. Later ontstaat in deze bladeren een verspreide, grauwgrijze, inwendige necrose van nerven en bladstelen en soms ook in de stengel en in stelen van hoger geplaatste bladeren. In de jongere bladeren treden vervolgens pleksgewijs chlorotische verkleuringen op in nerven en aangrenzend weefsel, meestal hoofdzakelijk gekenmerkt door een plaatselijke, onregelmatig begrensde glazigheid van de kleine netvormig vertakte nerfjes (fig. 15).

In de kas blijkt het virus een groot aantal vlinderbloemigen, maar ook enkele andere plantesoorten, waaronder komkommer, te kunnen infecteren.

In Amerika bleken alle getoetste erwte- en bonerassen vatbaar te zijn. In één proef was slechts één van de 31 getoetste rassen resistent.

Het virus gaat zeer gemakkelijk over met sap. Uitgeperst sap van zieke planten blijkt na zeer sterke verdunningen met water nog besmettelijk te zijn. Het zieke sap blijft – bij gewone temperatuur bewaard – langer dan een maand infectieus. Zelfs in verdroogd blad kan het virus nog enige tijd actief blijven. Omtrent de verspreiding in de natuur is nog niets bekend. De perzikbladluis kan, hoewel moeilijk, het virus overbrengen.

Fig. 15. Beka-boon met verschijnselen veroorzaakt door het witte-klavermozaiek-virus

Symptoms of white clover mosaic virus in French bean, var. Beka

B. Ziekten veroorzaakt door virussen, welke ook niet-vlinderbloemigen aantasten

1. Heksenbezemverschijnselen, bestaande uit een bossige, bezemachtige groei van de plant samengaand met bloemoplossingsverschijnselen, zijn bij klavers ook in ons land reeds zeer lang bekend. De bloemafwijkingen (fig. 16), gekenmerkt door de groene kleur der bloemhoofdjes (*vergroening*), en het bladachtig worden der bloemdelen (*fyllodie*), vallen vaak het meest op. De bladnerven zijn doorgaans iets lichter gekleurd dan normaal. De ziekte treedt op veel plaatsen in ons land incidenteel op en trekt daardoor doorgaans weinig aandacht, temeer daar de vergroende, kort gesteelde bloemhoofdjes in het gewas of in een weiland niet of weinig opvallen. Het is echter reeds twee maal voorgekomen dat de gehele klonen-collectie van witte klaver op veredelingsbedrijven diende te worden verwijderd als gevolg van een epidemische aantasting.

Het virus kan niet met sap of door bladluizen worden overgedragen, maar wordt overgebracht door cicadellidesoorten, die, nadat ze het virus uit besmette planten hebben opgenomen en er daarna een bepaalde tijd is verstreken, hun verdere leven infectieus zijn. Het bleek mogelijk het virus kunstmatig ook door enting en met *Cuscuta*-soorten over te brengen op een aantal uiteenlopende plantesoorten. Waarschijnlijk is hetzelfde virus verantwoordelijk voor soortgelijke verschijnselen, welke eveneens meestal incidenteel in verschillende plantesoorten worden waargenomen.

In ons land is deze ziekte economisch nog vrijwel niet van betekenis. Potentiëel betekent ze echter een gevaar, daar overeenkomstige ziekten in vele andere landen o.a. bij vlinderbloemigen grote schade veroorzaken.

FIG. 16. AFWIJKENDE, VERGROENDE BLOEMHOOFDJES VAN WITTE KLAVER VEROORZAAKT DOOR EEN HEKSENBEZEMVIRUS; links, gezond. – *Inflorescences of white clover showing abnormalities (varying degrees of viruscence and phyllody) due to infection with a witches' broom virus; left, healthy inflorescence.*

2. Bij uiteenlopende plantesoorten kunnen verschillende ziektebeelden worden veroorzaakt door het komkommermozaïekvirus (*Cucumis virus 1*) of stammen daarvan. Van de vlinderbloemigen is reeds lang bekend, dat ook in ons land gele en blauwe lupine door dit virus worden aangetast: *verdorringsziekte*. De stengeltoppen van aangetaste lupineplanten blijven gewrongen en zijn vaak gebogen. Bij vroege infectie is het hele hart van de plant verdrongen en verdord (fig. 17). Stengels en bladstelen vertonen meestal bruine necrotische strepen; bij doorbreken zijn ze glazig knappend. In Amerika worden ook erwten aangetast. Ook in Nederland is dit virus reeds een aantal malen uit zieke erwten geïsoleerd. In Duitsland komt aantasting van dit gewas eveneens

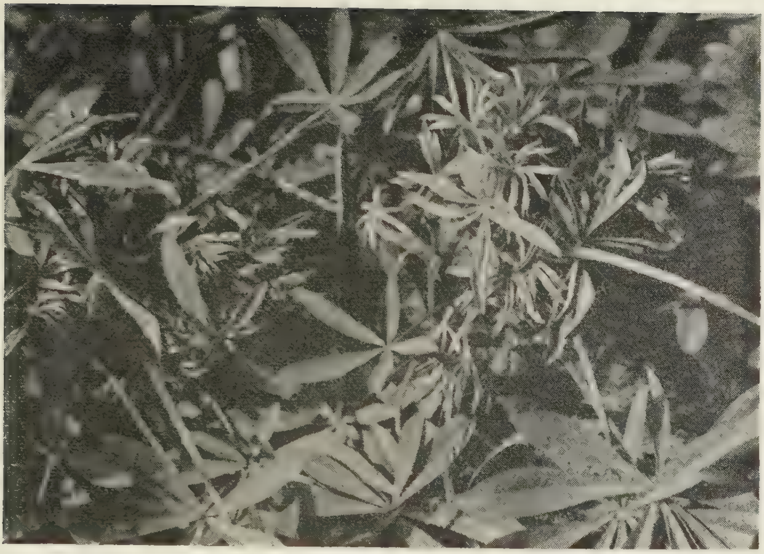


FIG. 17. VERDORRINGSZIEKTE BIJ GELE LUPINE, VEROORZAAKT DOOR KOMKOMMERMOZAÏEKVIRUS
Withering of yellow lupine caused by cucumber mosaic virus.

voor (QUANTZ, 1957). De symptomen in erwten bestaan uit grauwe verkleuringen van stengels en bladnerven en vaak tevens verwelking en necrose van de stengeltop. Ook slaagden wij er in komkommermozaïekvirus te isoleren uit een monster bastaardklaver met zwakke mozaïekverschijnselen.

Het virus komt verder voor in tal van gekweekte en wilde planten. De ziekte treft men daardoor vaak het sterkst aan in de buurt van tuinen, kwekerijen en woonplaatsen.

Van het virus bestaat een groot aantal stammen. Het is nog de vraag in hoeverre de algemeen voorkomende stammen vlinderbloemigen kunnen aantasten.

Onderzoek van QUANTZ (1957) - een in Duitsland optredende stam betreffende - toonde aan dat in een voorlopige toets met 50 erwterassen, deze rassen alle vatbaar waren, zij het in uiteenlopende mate.

Het virus gaat gemakkelijk met sap over. Van verscheidene bladluissoorten is bekend dat ze het virus kunnen verspreiden.

3. Over de mate van voorkomen van luzernemozaïek in ons land en de hier door deze ziekte veroorzaakte schade is nog zeer weinig bekend. Aangetaste luzerneplanten zijn veel kleiner dan normaal en de bladeren zijn opvallend gevlekt en gekruld.

Het virus werd in Nederland vele malen geïsoleerd uit natuurlijk geïnfecteerde luzerne, witte klaver en hopklaver (OSWALD, ROZENDAAL en VAN DER WANT, 1955). In andere landen worden ook niet-vlinderbloemige gewassen, zoals tabak en aardappelen, aangetast.

Kunstmatig kan het virus met sap worden overgebracht op een groot aantal vlinderbloemigen, waaronder erwten en bonen, en op zeer vele niet-vlinderbloemigen. In aardappelen kan het verschijnselen teweegbrengen, welke overeenkomen met aucubabont, dat echter door een geheel ander virus wordt veroorzaakt. Het virus wordt overgebracht door een aantal bladluissoorten, o.a. de erwtebladluis.

4. Stippelstreep van stok- en stambonen wordt veroorzaakt door een vorm van het tabaksnecrosevirus (*Nicotiana virus 11*) (VAN DER WANT, 1948). De ziekte komt tamelijk veel voor, vooral op natte gronden waarop veelvuldig bonen zijn geteeld.

De bladeren van aangetaste planten vertonen pleksgewijs een roodbruine verkleuring van hoofd- en zijnerven tot de fijnste vertakkingen toe, waardoor de aangetaste bladdelen verwelken en verdorren. De planten blijven geheel of gedeeltelijk achter in groei. Peulen verkleuren inwendig en zijn uitwendig vaak bruin gevlekt.

Het virus kan een groot aantal plantesoorten aantasten. Bij bonen werd in een aantal rassen resistentie gevonden. Pronkbonen zijn onvatbaar.

Met sap gaat het virus gemakkelijk over. Het blijft achter in de grond en infecteert van hieruit de planten via de wortels. In Engeland is aangetoond, dat het virus in de wortels van tal van wilde planten voorkomt. Deze planten vertoonden geen ziekteverschijnselen, maar fungeren misschien als winter-waardplanten. Bovengronds kan bij bonen gemakkelijk besmetting plaatsvinden door onderling contact van de planten b.v. bij werkzaamheden in het gewas en misschien door spattende regen. Bladluizen kunnen het virus niet overbrengen.

5. De vroege verbruining van erwt is een sinds enkele jaren bekende ziekte, welke reeds is waargenomen in vrijwel alle erwteteeltgebieden van ons land. Het gewas kan pleksgewijs geheel afsterven. De ziekte werd dan ook reeds aanleiding tot het omploegen van gehele percelen. De sterkst aangetaste planten komen voor in plekken van uiteenlopende grootte, variërende van een geringe oppervlakte tot verscheidene meters in diameter.

Vaak worden de erwteplanten reeds in een jong stadium aangetast. De nerven der bladeren en steunblaadjes verkleuren dan paarsachtig tot donkerbruin. Deze nerftekening is vrij grof. De aangetaste bladeren verdorren ook voortijdig. Ook de stengel en de bladstelen kunnen bruin gekleurd worden en bovendien komt dikwijls de top van de plant en soms de gehele plant tot afsterving. Daardoor kan het gewas bij ernstige aantasting reeds vroeg in het seizoen plaatselijk een bruine tint krijgen; vandaar de naam „vroege verbruining". Soms treedt enig herstel van de zieke planten op, indien de omstandigheden daartoe gunstig zijn. De top groeit dan min of meer normaal door of er komen één of meer zijscheuten tot ontwikkeling. De doorgroeiende planten blijven echter kleiner dan die welke van het begin af gezond zijn opgegroeid. Toch komt het wel voor dat de toppen der planten later weer de ziekteverschijnselen vertonen. In dit geval, maar ook bij late aantasting, krijgen deze toppen doorgaans een gedrongen uiterlijk, waarbij de bruine vlekken en strepen op de bladeren, bladstelen en stengels sterk opvallen (fig. 18). Soms zijn de nerven nog enigszins groen gekleurd en is het weefsel langs de nerven donkerbruin. Ook de peulen kunnen aangetast zijn. Zij vertonen dan onregelmatige, donkerpaars bruine vlekken of kringvormige figuren als gevolg van plaatselijke inwendige afsterving van de peulwand. De zaden zijn dan vaak kleiner, gerimpeld en bruin gevlekt.

Uit het onderzoek naar deze ziekte is gebleken, dat de erwteplanten van de grond uit met het virus van de vroege verbruining worden besmet. Dit verklaart tevens waarom reeds vroeg in het seizoen, vóór de bladluizen op grote schaal optreden,

FIG. 18. LATE AANTASTING DOOR VROEGE VERBRUINING BIJ RONDO-ERWT. Paarsbruine afstervingsverschijnselen in stengel, bladstelen en nerven, en een gedrongen top van de plant.

Pea, var. Rondo, affected by early browning in a late stage of growth. The plant shows violet brown necroses in stem, petioles and veins, and a stunted tip

ernstige aantasting van het gewas kan worden waargenomen. Merkwaardig is, dat de ziekte tot nu toe alleen op lichte klei- en zavelgrond werd aangetroffen.

Er werden geen aanwijzingen verkregen, dat het virus door bladluizen kan worden verspreid. Een nader onderzoek wordt verricht of onkruiden, dan wel andere gewassen dan erwt, het virus kunnen herbergen. Voor zover bekend kunnen alle erwterassen door dit virus worden aangetast. Wel bestaan er verschillen in resistentie.

Kunstmatig kan het virus met sap van zieke planten op een groot aantal zeer uiteenlopende plantesoorten worden overgebracht.

SAMENVATTING

De vlinderbloemigen vormen in ons land economisch en landbouwkundig een belangrijke groep van gewassen. In het geheel van cultuurmaatregelen is de bestrijding van virusziekten belangrijk. Aan deze ziekten bij vlinderbloemige gewassen is nog te weinig aandacht besteed. Van het thans op gang zijnde onderzoek door het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek en de huidige stand van onze kennis wordt een beeld gegeven.

Doordat tal van vaak wisselende factoren bij het tot stand komen van de ziekteverschijnselen een rol spelen, is het veelal moeilijk of zelfs onmogelijk op grond van het ziektebeeld de verwekkers te herkennen. Vele door virussen veroorzaakte oogstdepressies werden en worden nog steeds in de praktijk niet als zodanig herkend, maar toegeschreven aan andere oorzaken.

Het optreden en de verspreiding van virusziekten zijn afhankelijk van het overwinteren van het virus in overblijvende gewassen of wilde plantesoorten, de overdracht via het zaad, het overblijven in de grond en de besmetting van het gewas van daaruit, de verspreiding door insekten en soms de overdracht door contact der planten onderling. De mogelijkheden verschillen al naar het betrokken virus.

Teneinde na te gaan welke virussen in ons land bij vlinderbloemigen een rol spelen en wat de economische betekenis der veroorzaakte ziekten is, wordt gewerkt aan een inventarisatie. Om de geïsoleerde en nog te isoleren virussen te leren kennen en een snelle herkenning mogelijk te maken, worden ze onderzocht in kas en laboratorium op:

1. hun waard- en toetsplanten en de symptomen daarin;
2. de wijze van overdracht;
3. hun met de electronenmicroscoop waarneembare eigenschappen;
4. de serologie;
5. de chemische en fysische eigenschappen van het virus zelf.

Bestrijding kan slechts gebaseerd zijn op kennis van de eigenschappen der verwekkers. Directe bestrijding van virusziekten van vlinderbloemigen is niet mogelijk. Op indirecte wijze zijn ze te bestrijden door ze te voorkómen. Hiertoe zijn van belang:

1. het vermijden of verwijderen van mogelijke, naburige infectiebronnen in de vorm van wilde of gekweekte waardplanten van het virus;
2. het gebruik van virusvrij zaad, in geval het virus met zaad overgaat;
3. vruchtwisseling en het bevorderen van een goede structuur van de grond, ingeval het virus in de grond overwintert;
4. het voorkómen van veel bladluizen door teelt in gebieden met weinig bladluizen, vroege zaai, eventueel bestrijding van bladluizen met chemische middelen en streven naar een goed gesloten stand van het gewas;
5. de verbouw van resistente rassen.

Laatstgenoemde maatregel is bij vlinderbloemigen de belangrijkste. Hieraan vooraf gaat echter een veelal moeizame veredeling op resistentie door kwekers, veelal in samenwerking met of na voorlichting door de Stichting voor Plantenveredeling (wat de landbouwgewassen betreft) en het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek. Vooral hiervoor is nauwkeurige kennis der ziekteverwekkers onmisbaar.

De verschillende bij vlinderbloemigen in ons land reeds bekende virusziekten worden in dit artikel afzonderlijk kort beschreven en afgebeeld.

SUMMARY

VIRUS DISEASES OF LEGUMINOUS PLANTS

In the Netherlands legumes are of great value both from an economic and an agronomic point of view. The control of virus diseases forms an important part of agricultural practice. So far, too little attention has been paid to viruses of papilionaceous crops and therefore systematic investigations of these disease incitants has recently been started at the Institute of Phytopathological Research, Wageningen. The present publication gives an outline of these investigations and reviews our present-

day knowledge of legume viruses. We aim at a better understanding of the significance of these pathogens in various leguminous crops, and the dissemination of the results of scientific research among the agricultural extension service and the farmers.

Many variable factors affect the character and the severity of symptoms due to virus diseases. Therefore it is often difficult or even impossible to determine the identity of the viruses on the basis of the syndromes involved. Many times in the past certain reductions in yield were not recognized as being caused by virus diseases and even today effects of virus diseases may be erroneously ascribed to other causes.

The epidemiology of virus diseases depends largely on the overwintering of the viruses in biennial of perennial crops and weeds, on their possible transmission on the progeny of infected plants through seeds, on their possible hibernation in the soil, on their possible transmission by insects or by contact. There are many differences among legume viruses in this respect.

In order to detect the legume viruses occurring in the Netherlands and their economic effect, a careful study is being made. To further rapid identification of the viruses isolated and to be isolated they are investigated with respect to:

1. host and test plants and symptomatology;
2. mode of transmission;
3. morphology as revealed by electron microscopy;
4. serological characteristics;
5. intrinsic chemical and physical properties.

The importance of international co-operation in performing this research is emphasized. An increasing number of viruses has or is gradually getting a world-wide distribution.

The possibilities of controlling virus diseases – only by indirect methods – are discussed, after getting information on their epidemiology. The most important means of control is the growing of resistant varieties. Thus, accurate knowledge of the nature of the viruses is essential for the plant breeder. The farmer using resistant varieties usually does not realize the extensive labour involved in raising them.

In the second part of this paper the virus diseases and their incitants found so far in the Netherlands are described, and a number of symptoms illustrated. For convenience sake two groups of diseases are distinguished, viz.:

A. *Diseases caused by viruses mainly restricted to leguminous crops*

1. pea enation mosaic (*Pisum virus 1*),
2. common pea mosaic (*Pisum virus 2*),
3. lupine mosaic (*Lupinus virus 1* and/or *Phaseolus virus 2*),
4. red clover vein-mosaic and pea stunt (red clover vein-mosaic virus – *Trifolium virus 2*),
5. (common) bean mosaic (*Phaseolus virus 1*),
6. bean yellow mosaic virus (*Phaseolus virus 2*),
7. tip yellows of pea (tip yellows virus),
8. white clover mosaic (white clover mosaic virus – *Trifolium virus 1*);

B. *Diseases caused by viruses which also may attack non-leguminous crops*

1. witches' broom disease of clover (witches' broom growth of the plant, together with virescence and phyllody of the flowers) (a witches' broom virus),
2. diseases in yellow lupine, peas and alsike clover (cucumber mosaic virus *Cucumis virus 1*),
3. alfalfa mosaic (alfalfa mosaic virus),
4. bean stipple streak (tobacco necrosis virus),
5. early browning of peas (a soil-borne virus perhaps related to tobacco rattle virus).

In table I a review is given of the relations between these viruses and leguminous crops. The + signs indicate that the respective host plants have been found naturally infected with the virus involved; the signs indicate that experimental transmission to the relative host plants proved to be impossible.

Literatuur

1. Corbett, M. K., A virus disease of lupines caused by bean yellow mosaic virus. *Phytopathology 48* (1958) 86.
2. Graves, C. H. & D. J. Hagedorn, The red clover vein-mosaic virus in Wisconsin. *Phytcpathology 46* (1956) 257.
3. Hagedorn, D. J., Some observations on diseases of Pisum sativum in several European countries in 1957. *T.Planteziekten 64* (1958) 263.
4. Hagedorn, D. J. & J. C. Walker, Virus diseases of canning peas in Wisconsin. *Univ. Wisc. Res. Bull. 185* (1954) 31 pp.
5. Hanson, E. W. & D. J. Hagedorn, Red clover, a reservoir of legume viruses in Wisconsin. *Phytopathology 42* (1952) 467.
6. Hubbeling, N., Een virus als oorzaak van de zogenaamde „voetziekte" bij erwten. *Zaadbelangen 14* (1954) 181.
7. Hubbeling, N., Virusziekten, in: Ziekten en beschadigingen van bonen. *Tuinbouwvoorlichting* no. 3 (1955) 12.
8. Mastenbroek, C., Enkele veldwaarnemingen over virusziekten van lupine en een onderzoek over haar mozaïekziekte. *T. Plantenziekten 48* (1942) 97.
9. Oswald, J. W., A. Rozendaal & J. P. H. van der Want, The alfalfa mosaic virus in the Netherlands, its effect on potato and a comparison with the potato aucuba mosaic virus. *Proc. 2nd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen* (1954) 137.
10. Quantz, L., Die wichtigsten Viruskrankheiten der heimischen Leguminosen. *Saatgut-Wirtschaft 2* (1952) 34.
11. Quantz, L., Viruskrankheiten der Hülsenfrüchte. *Biol. Bundesanst. Land- u. Forstwirtsch. Flugbl. 76* (1955) 8 pp.
12. Quantz, L., Über das Auftreten des Gurkenmosaikvirus auf Erbsen. *Angewandte Bot. 31* (1957) 166.
13. Want, J. P. H. van der, Stippelstreep van de boon (*Phaseolus vulgaris*), een ziekte veroorzaakt door een virus dat in de grond overblijft. *T.Plantenziekten 54* (1948) 85.
14. Want, J. P. H. van der, Onderzoekingen over virusziekten van de boon (*Phaseolus vulgaris* L.) *Meded. I.P.O., Wageningen 85* (1954) 84 pp.

Wageningen, september 1958

Mededelingen van het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek

Contributions of the Institute for Phytopathological Research

Binnenhaven 4*a*, Wageningen, The Netherlands

No 137. KLINKENBERG, C. H. en J. W. SEINHORST, De nematicide werking van Na N-methyl dithiocarbaminaat (Vapam) bij toepassing in de herfst. (The nematicidal properties of Na N-methyl-dithiocarbamate (Vapam) when applied in autumn). Meded. L.H.S. Gent, XXI: 397–400, 1956. Prijs no 137 en 138 samen f 0,40.

No 138. SEINHORST, J. W., J. D. BIJLOO en C. H. KLINKENBERG, Een vergelijking van de nematicide werking van DD en van 3-5-dimethyltetrahydro-1-3-5-2H-thiadiazine-2-thion. (A comparison of the nematicidal properties of DD and of 3-5-dimethyltetrahydro-1-3-5-2H-thiadiazine-2-thione). Meded. L.H.S. Gent, XXI: 387–395, 1956. Prijs no 137 en 138 samen f 0,40.

No 139. HOOF, H. A. VAN en SJ. TOLSMA, Virusziekte bij rabarber. (Virus disease of rhubarb). Meded. Dir. Tuinb., 19: 761–764, 1956. Prijs no 139 en 140 samen f 0,60.

No 140. HOOF, H. A. VAN, Verschil in reactie van wilde sla ten opzichte van besmetting met het slamozaiekvirus. (Differences in reaction of wild lettuces with regard to infection by Lactuca virus 1). Tijdschr. o. Plantenz., 62: 285–290, 1956. Prijs no 139 en 140 samen f 0,60.

No 141. BEEMSTER, A. B. R., Onderzoekingen over een virusziekte bij stoppelknollen (Brassica rapa var. rapifera). (Investigations on a virus disease of turnip). Tijdschr. o. Plantenz., 63: 1–12, 1957. Prijs f 0,40.

No 142. FRANSSEN, C. J. H., De levenswijze en de bestrijding van de tuinboonkever. (The biology and control of Bruchus rufimanus Boh.). Versl. Landbouwk. Onderz., No. 62. 10, 75 pp., 1956. Prijs f 2,75.

No 143. FRANSSEN, C. J. H., De levenswijze en de bestrijding van de bonekever (Acanthoscelides obtectus Say). (Biology and control of the common bean weevil). Meded. Dir. Tuinb., 19: 797–809, 1956. Prijs f 0,55.

No 144. NIJVELDT, W. C., Levenswijze en bestrijding van de aspergevlieg. (Platyparea poeciloptera Schrank) in Nederland. (Biology and control of Platyparea poeciloptera Schrank in the Netherlands). Versl. Landbouwk. Onderz., No 63. 4, 40 pp., 1956. Prijs f 1,65.

No 145. VAUGHAN, EDWARD K., A device for the rapid removal of tannins from virus infected plant tissues before extraction of inoculum. Tijdschr. o. Plantenz., 266–270, 1956. Prijs no 145 en 146 samen f 0,30.

No 146. VAUGHAN, EDWARD K., Attempts to transfer Rubus and Fragaria viruses into herbaceous hosts. Tijdschr. o. Plantenz., 62: 271–273, 1956. Prijs no 145 en 146 samen f 0,30.

No 147. ZEYLSTRA, H. H., Papierchromatografie als middel voor de diagnose van de ringvlekkenziekte van zoete kers. Een voorlopige mededeling. (Paper chromatography and diagnosis of ring spot disease in sweet cherry. A preliminary report). Tijdschr. o. Plantenz., 62: 325–326, 1956. Prijs no 147 en 148 samen f 0,25.

No 148. QUAK, FRED.a., Meristeemcultuur, gecombineerd met warmtebehandeling, voor het verkrijgen van virusvrije anjerplanten. (Meristem culture, combined with heat treatment, in order to obtain virus-free carnation plants). Tijdschr. o. Plantenz., 63: 13–14, 1957. Prijs no 147 en 148 samen f 0,25.

No 149. FRANSEN, J. J., De landbouwluchtvaart in Nederland. (Agricultural aviation in the Netherlands). Landbouwvoorl., 13: 578-585, 1956. f 0,45.

No 150. HUBBELING, N., New aspects of breeding for disease resistance in beans. Euphytica, 6: 111–141, 1957. Prijs no 150 f 3,–.

No 151. QUAK, FRED.[a], Bladvlekkenziekte bij spruitkool veroorzaakt door Mycosphaerella brassicicola (Fr.) Lindau. (Ringspot disease of brussels sprouts caused by Mycosphaerella brassicicola (Fr.) Lindau) Meded. Dir. Tuinb., 20: 317–320, 1957. Prijs no 151, 152 en 153 samen f 0,95.

No 152. LABRUYÈRE, R. E., Enkele waarnemingen over de schimmel Elsinoë veneta (Burkh.) Jenk., de perfecte vorm van Sphaceloma necator (Ell. et Ev.) Jenk. en Shear. (Observations on Elsinoë veneta (Burkh.) the perfect form of Sphaceloma necator (Ell. et Ev.) on raspberry) Tijdschr. o. Plantenz., 63: 153–158, 1957. Prijs no 151, 152 en 153 samen f 0,95.

No 176. s'Jacob, J. C., Phytopathologische Probleme bei der Resistenzzüchtung. Z. Pfl.-zücht., 40: 113–124, 1958. Prijs no 176 f 0,50.

No 177. Hoof, H. A. van, Some considerations on the transmission of non-persistent viruses by aphids. Proc. 3rd Conf. Potato Virus Diseases: 114–116, 1958. Prijs no 177 f 0,25.

No 178. Evenhuis, H. H., Investigations on a leafhopper-borne clover virus. Proc. 3rd Conf. Potato Virus Diseases: 251–254, 1958. Prijs no 178 en 179 samen f 0,25.

No 179. Evenhuis, H. H., De vectoren van het bloemvergroeningsvirus van klaver. (The vectors of the virus causing phyllody (virescence) in clover flowers) T. Pl.-ziekten, 64: 335–336, 1958. Prijs no 178 en 179 samen f 0,25.

No 180. Beemster, A. B. R., Some aspects of mature plant resistance to viruses in the potato. Proc. 3rd Conf. Potato Virus Diseases: 212–217, 1958. Prijs no 180 f 0,35.

No 181. Evenhuis, H. H., Over de invloed van de winter op de parasitering van de appelbloedluis, Eriosoma lanigerum, door haar parasiet Aphelinus mali. (The influence of the winter on the parasitism of the woolly aphid, Eriosoma lanigerum, by its parasite Aphelinus mali) T. Pl.-ziekten, 64: 328–332, 1958. Prijs no 181 f 0,30.

No 182. Bos, L. en J. P. H. van der Want, Virusziekten van vlinderbloemigen. (Virus diseases of leguminous plants) Landbouwvoorlichting, 15: 550–558 en 573–587, 1958. Prijs no 182 f 1,15.

No 183. Franssen, C. J. H. en P. Huisman, De levenswijze en bestrijdingsmogelijkheden van de vroege akkertrips (Thrips angusticeps Uzel. (The biology and control of Thrips angusticeps Uzel) Versl. landbouwk. Onderz., 64. 10: 1–104, 1958. Prijs no 183 f 3.50

No 184. Fluiter, H. J de, Bladluisbestrijding ter voorkoming van virusverspreiding in aardbeien. (Aphid control in strawberries to prevent spread of strawberry viruses) Meded. Landbouwhoges. Gent, 23:745–769, 1958. Prijs no 184 f 0.95